

**EL CULTIVO DEL GUSANO DE HARINA (*Tenebrio molitor*) COMO
HERRAMIENTA DIDÁCTICA PARA DISMINUIR EL IMPACTO
AMBIENTAL DEL USO DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO (EPS)
POTENCIANDO EL USO DEL ABONO ORGÁNICO PRODUCTO DE SU
BIODEGRADACIÓN CON ESTUDIANTES DE 6° DE LA INSTITUCIÓN
EDUCATIVA ALFONSO BUILES CORREA**

AUTOR/S

BRENDA PATRICIA ORTEGA BARBOSA

KAREN TATIANA GONZÁLEZ ÁLVAREZ

LINEA DE INVESTIGACIÓN:

EDUCACIÓN AMBIENTAL

UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

PROGRAMA DE LICENCIATURA EN CIENCIAS

NATURALES Y EDUCACIÓN AMBIENTAL

SEDE PLANETA RICA

2019

**EL CULTIVO DEL GUSANO DE HARINA (*Tenebrio molitor*) COMO
HERRAMIENTA DIDÁCTICA PARA DISMINUIR EL IMPACTO
AMBIENTAL DEL USO DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO (EPS)
POTENCIANDO EL USO DEL ABONO ORGÁNICO PRODUCTO DE SU
BIODEGRADACIÓN CON ESTUDIANTES DE 6° DE LA INSTITUCIÓN
EDUCATIVA ALFONSO BUILES CORREA**

AUTOR/S

BRENDA PATRICIA ORTEGA BARBOSA

KAREN TATIANA GONZÁLEZ ÁLVAREZ

**TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR AL TÍTULO DE LICENCIADO EN
CIENCIAS NATURALES Y EDUCACIÓN AMBIENTAL**

DIRECTORA:

MSc. EDITH DE JESÚS CADAVID VELÁSQUEZ

UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

**PROGRAMA DE LICENCIATURA EN CIENCIAS
NATURALES Y EDUCACIÓN AMBIENTAL**

SEDE PLANETA RICA

2019

El presente estudio es de carácter investigativo, los datos obtenidos en este son solo para dar solución a la problemática objeto de estudio, la cual no causó ni causará perjuicios a quienes han sido partícipes de este proyecto.

NOTAS DE ACEPTACIÓN

Firma del jurado

Firma del jurado

Montería, día/mes/año

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación quiero dedicarlo, primeramente a Dios, por permitirme llegar a esta etapa de mi vida y estar a un paso de culminar una nueva meta.

A mi padre Freddy Ortega Mercado, quien hoy ya no me acompaña; por su amor incondicional, su comprensión y acompañamiento en todas las etapas de mi vida y por ser mi ejemplo a seguir. A mis madres Edith Barbosa Lobo y Petra Ortega Mercado por su amor y comprensión.

A mi esposo Carlos Lozano Madrid, por su acompañamiento e impulso a seguir adelante. A mis hijas Alejandra Lozano Ortega y Tatiana Lozano Ortega; por ser mi motivación para cumplir este sueño.

BRENDA PATRICIA ORTEGA BARBOSA

DEDICATORIA

En primer lugar quiero dar gracias a Dios por sus infinitas bendiciones conmigo durante este proceso, por permitirme llegar a este punto y lograr cumplir con todos los objetivos propuestos en este proyecto, en segundo lugar quiero agradecer a toda mi familia por brindarme su apoyo y acompañamiento, por motivarme a seguir adelante demostrando mis capacidades a mi hijo por ser mi principal motor y motivación.

KAREN TATIANA GONZALEZ ALVAREZ

AGRADECIMIENTOS

*A Dios, por permitirnos escalar un peldaño más en nuestras vidas, por su amor infinito
y darnos la sabiduría para lograr esta meta.*

*Muy especialmente a nuestra directora de trabajo de investigación. MSc .Edith de Jesús
Cadavid Velásquez, por su acompañamiento, orientación y aportes valiosos que nos
permitieron enfocarnos en la implementación de nuestra investigación, combinándola con
nuestra futura labor docente; lo que permitió que está llegara a buen término.*

*A la Institución Educativa Alfonso Builes Correa, por darnos la confianza y permitirnos
realizar todo el proceso investigativo y su implementación en el grado 6º 02, año 2019.*

*Finalmente, expresar nuestro agradecimiento a todos los docentes del programa de la
Licenciatura de Ciencias Naturales y Educación Ambiental y la Universidad de Córdoba, en
especial a la MSc. Alina María Hoyos Merlano, por sembrar en nosotras conocimientos
significativos en los trabajos investigativos.*

Brenda Ortega Barbosa y Karen González Álvarez

TABLA DE CONTENIDO

2. OBJETIVO GENERAL	19
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19
3. MARCO REFERENCIAL	20
3.1. Antecedentes	20
Desde el contexto internacional.....	20
Desde el contexto nacional	24
Desde el contexto regional/local.....	26
3.2 Marco teórico	28
4.1. Enfoque	35
4.3. Fases metodológicas:.....	36
4.4. Población y muestra	36
4.5. Instrumentos de investigación	36
4.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos	38
5. ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS	39
6. CONCLUSIONES	52
7. RECOMENDACIONES	54
8. BIBLIOGRAFÍA	55

TABLA DE FIGURAS

Figura 1.-Revisión documental técnica del cultivo del gusano de harina	39
Figura 2.- Cepa de 150 gusanos de harina (<i>Tenebrio molitor</i>)	40
Figura 3.-Separación y conteo de larvas y pupas	41
Figura 4.- Medición de larvas de gusano de harina	42
Figura 5. Alimentación con Icopor 20cm2 x 1cm de ancho.....	42
Figura 6.-Pesaje producto (abono orgánico).....	43
Figura 7.-Metamorfosis de la pupa a escarabajo	44
Figura 8.-Metamorfosis de la pupa a escarabajo	44
Figura 9.-Incremento población de pupa.....	46
Figura 10.-Portada de Cartilla Informativa, elaborada por estudiantes de 6°	48
Figura 11.-Ciclo del crecimiento del gusano de harina (<i>Tenebrio molitor</i>)	49
Figura 12.-Narración y explicación descriptiva	50

ANEXOS

Diario de campo fase 1	61
Diario de campo fase 2.....	63
Diario de campo fase 3.....	65
Cartilla informativa hecha por los estudiantes	66
Registro fotográfico	68

RESUMEN

Uno de los principales problemas ambientales que acarrea en la actualidad es la contaminación por residuos plásticos, dicho problema posee un carácter global es decir que afecta a todo el planeta. Siendo el plástico un material de consumo masivo en el mercado, uno de ellos el icopor o EPS (Poliestireno), este proyecto de investigación se centra en buscar una alternativa que permita disminuir el impacto ambiental por este plástico con el cultivo del gusano de harina (*Tenebrio molitor*) como solución, que a su vez la biodegradación de este genera excremento con muchos nutrientes y utilizado como abono orgánico. Se utiliza un enfoque cualitativo, con método de investigación-acción. El escenario escogido para potenciar el cultivo del gusano es a través de una estrategia didáctica que se implementa y desarrolla en compañía con estudiantes de 6° de la institución educativa Alfonso Builes Correa, cuyo producto final es una cartilla informativa llamada “***Tenebrio molitor: un gusano antiplástico***” donde los estudiantes narraran su experiencia científica con los pasos, resultados y beneficios obtenidos durante la investigación y una socialización en toda la institución educativa. Se concluye que esta experiencia educativa logró llamar la atención a los directivos de la institución y se logró formar un grupo científico del cual hacen parte integrantes de varios cursos

Palabras claves: Tenebrio Molitor, poliestireno expandido, ambiente, contaminación, biodegradable, abono orgánico, cultivo, salud, investigación.

ABSTRACT

One of the main environmental problems that currently entails is the contamination by plastic waste, this problem has a global character that is to say that it affects the entire planet. Since plastic is a material of mass consumption in the market, one of them is polystyrene or EPS (Polystyrene), this research project focuses on finding an alternative that allows reducing the environmental impact of this plastic with the cultivation of the mealworm (*Tenebrio molitor*) as a solution, which in turn biodegradation of this generates excrement with many nutrients and used as organic fertilizer. A qualitative approach is used, with action research method. The scenario chosen to enhance the cultivation of the worm is through a didactic strategy that is implemented and developed in company with 6th grade students of the Alfonso Builes Correa educational institution, whose final product is an information booklet called “*Tenebrio molitor*: a worm antiplastic” where students will narrate their scientific experience with the steps, results and benefits obtained during research and a socialization throughout the educational institution. It is concluded that this educational experience managed to draw attention to the directors of the institution and it was possible to form a scientific group of which they are part of several courses.

Key words: *Tenebrio Molitor*, expanded polystyrene, environment, pollution, biodegradable, organic fertilizer, cultivation, health, research.

1. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial la producción y el consumo de productos de plástico han aumentado exponencialmente en los últimos años. Según el Banco Mundial en su resumen anual de 2018 anunció que estima que se producen unos 130 millones de toneladas métricas de desechos de plástico por año que está contaminando el mundo, por lo tanto, muchas organizaciones y gobiernos están haciendo esfuerzos colectivos para reciclar la mayoría de estos productos de plástico. Del mismo modo, la Research Reports en 2017 anunció a través de la agencia Transparency Market Research (TMR), que estima que los desechos mundiales de plástico reciclado y plástico en el mercado del petróleo alcanzarán hasta US \$ 1,97 billones para el año 2024, con una CAGR saludable del 12,6% para el período 2016-2024.

El *expanded polystyrene* (EPS) o *poliestireno expandido* es un derivado del petróleo dentro de los llamados residuos plásticos que se produce en todo el mundo y es conocido en Colombia como “icopor”, por su fabricante Industria Colombiana de Porosos, es un material plástico espumado, derivado del “poliestireno”, es causante de gran preocupación (Contreras, 2014), utilizado particularmente en la elaboración de envases para almacenar alimentos, ha sido fuertemente cuestionado en los últimos años debido a los riesgos que representa no sólo para el medio ambiente, sino para la salud humana. Según la organización Clean Water, el material contiene un compuesto denominado estireno, el cual ha sido declarado como cancerígeno para animales, por lo cual se considera posible que también lo sea para los humanos. Aunado a lo anterior, el poliestireno contiene compuestos tóxicos como Bisfenol A, Estireno y Ftalatos, los cuales pueden desprenderse y solubilizarse al contacto con bebidas calientes como el café y aromáticas. Los efectos toxicológicos pueden manifestarse,

en el caso del Bisfenol A, en alteraciones del funcionamiento normal de las glándulas corporales y disminución de la fertilidad; para el caso del Estireno, se prevén riesgos de cambios significativos en el sistema nervioso central y periférico, además del posible daño oxidativo del ADN y un aumento en el riesgo potencial de padecer cáncer (Congreso de la Republica de Colombia, 2017)

Debido a que es un material no biodegradable y estudios revelan que si no se recicla, en 1.000 años podrían encontrarse un vaso de este material intacto para aquella época, puesto que, dependiendo de sus características, puede tardar entre 500 y 1000 años en degradarse (García, 2013). Además, es un producto económico, empleado en diversos fines como la construcción, el uso comercial, uso cotidiano y domésticos como en trabajos escolares, decoración de fiestas para servir comida (platos, vasos, bandejas, recipientes para llevar), entre otros, que al prestarnos un servicio o utilidad cumplen su ciclo de vida y son desechados sin ningún tipo de control, ya que va directamente a la basura (Betancourt y Solano, 2016), es decir, el poliestireno expandido (EPS) está contaminando el mundo con la producción de millones de toneladas, las cuales al no ser recicladas llegan a los rellenos sanitarios incrementando el volumen de los residuos sólidos, debido a que es un material que ocupa mucho espacio por su baja compresibilidad y es poco aprovechable continúa afirmando Betancourt y Solano (2016).

El impacto ambiental que ocasionan estos materiales es que son arrojados en las calles, lo que ocasiona que terminen en los afluentes de los ríos y por consiguiente en los mares y océanos (Betancourt y Solano, 2016), en consecuencia, el poliestireno extendido (EPS) se desintegra y los animales lo confunden con alimentos al

ingerirlos, luego mueren y cuando estos animales son consumidos por el hombre, está consumiendo sustancias químicas como el petróleo, dado que se encuentran en la cadena alimenticia (Barnes, 2009).

En el año 2017 en Colombia se decretó un proyecto de ley desde El Congreso de la República de Colombia “Por medio del cual se prohíbe la utilización del poliestireno expandido (icopor) en actividades de comercialización de alimentos, se ordena la implementación de un Plan Nacional de Reciclaje del Icopor de uso industrial y se dictan otras disposiciones”. Con esta medida se busca disminuir y contrarrestar el impacto ambiental que genera la industria alimenticia con dicho material estableciendo un tiempo determinado para que las empresas vayan desarrollando de forma paulatina y progresivamente alternativas reutilizables, biodegradables u otras de empaques cuya degradación no genere contaminación.

Sin embargo, en la actualidad, existen maneras de reciclar el poliestireno extendido (EPS) y reaprovecharlo, aunque se emiten contaminantes durante los procesos, más aún, no se habla mucho de métodos para su biodegradación segura para el ambiente (Daviran, 2017). No obstante, Jordan en 2015 en la Universidad de Standford - California, realizó un estudio con las larvas del gusano de la harina (*Tenebrio molitor*) que demostraron que la especie consumía este material y degradaba su estructura a moléculas más simples a través de microorganismos que habitan en su sistema digestivo y el resultado de esta degradación es el excremento como residuo final. Según Poveda (2018), el excremento de estos gusanos posee materiales orgánicos con altos niveles de nitrógeno (N), fosforo (P) y potasio (K) en comparación con otros abonos orgánicos.

Córdoba es un municipio dentro del cual una de sus formas de sostenimiento económico es la agricultura, es decir que una parte de sus habitantes se dedican a la siembra de cultivos, para dar aprovechamiento a los terrenos y suelos del lugar donde se establecen, es normal ver que el campesino tradicional ha dejado de lado la utilización de los abonos orgánicos remplazándolos por los abonos químicos, puesto que estos aceleran los procesos de producción de los diferentes productos y algunos vienen diseñados y elaborados con características específicas que ayudan a cuidar los diferentes cultivos como repelentes de ciertas plagas, sin embargo estos productos al ser elaborados en un laboratorio con ingredientes químicos no son muy buenos para los productos, el suelo y el ser humano. Alteran la composición de los cultivos y aunque en un principio los suelos responde de forma positiva a ellos terminan viéndose afectados, porque se está alterando altera su composición química esto puede volver el suelo infértil y contaminado, a su vez es de gran conocimiento que este tipo de fertilizantes se impregnan en los alimentos que ingieren las personas generando desbalances en la salud humana.

Es aquí donde los abonos orgánicos entrar a jugar un gran papel como alternativa para una agricultura sostenible que de acuerdo con (Ayala Carcamo, 2018) En la agricultura de sostenibilidad, la implementación de materiales orgánicos en los medios de producción es indiscutible y necesaria desde un punto de vista conservacionista, la aplicación de materiales orgánicos al suelo se hace más que necesaria teniendo en cuenta que son una fuente vital en el suministro de nutrimentos. A parte de los residuos vegetales, algunas fuentes de carbono juegan un papel importante en la recuperación y conservación del suelo, donde estas prácticas de manejo son una alternativa de salida a la opción de quema de esos residuos agrícolas

Álvarez et al. (2006). Es aquí donde el producto final resultante (excremento) de la biodegradación del poliestireno expandido utilizando gusanos de harina (*tenebrio Molitor*) se puede implementar como una gran alternativa para fertilizar los suelo de manera efectiva, sin contaminar los cultivos y ambiente ni alterar la composición química natural del suelo; mientras se contribuye con una solución a la contaminación por Icopor.

El presente trabajo de investigación nace con el objeto de proponer la implementación del cultivo del gusano de harina (*Tenebrio molitor*) para reducir los desechos sólidos provenientes del uso del poliestireno expandido (EPS), como herramienta didáctica, en estudiantes de 6° de la Institución Educativa Alfonso Builes Correa del Municipio de Planeta Rica, Córdoba; con lo que se busca disminuir el impacto ambiental de este agente contaminante, logrando potenciar el uso del abono orgánico producto de su biodegradación.

Por consiguiente, además de la eliminación del poliestireno expandido (EPS), se propone el uso del abono orgánico resultante del proceso de degradación realizado por el Gusano de Harina (*Tenebrio molitor*) como experiencia científica y didáctica que contribuirá en el cuidado del medio ambiente y a su vez servirá de materia orgánica para suelos infértiles impulsando su utilización e implementación en proyectos productivos y educativos. Además de lo anterior, lo poco que se siembra acuden a la utilización de productos fertilizantes de origen químicos, las pocas veces que tienen dinero y las pocas oportunidades para ir y comprarlos a la zona urbana, porque no tienen conocimientos de otras alternativas de uso de abonos orgánicos y precisamente viene dado el interés de este estudio en el que el gusano de la harina

(*Tenebrio molitor*) debe ser considerado como una alternativa importante para el ambiente por la degradación del poliestireno expandido (EPS) y su implementación para reponer materia orgánica de suelos que lo necesiten.

Después de dar a conocer el problema, su importancia y su relevancia desde los diferentes ámbitos geográficos a través de otros estudios base, se procede a mostrar las delimitaciones de las acciones que nos permitió alcanzar los objetivos propuestos y darlos a conocer paso a paso. Seguidamente, se encuentra el capítulo del marco referencial con los antecedentes que sirvieron de base esta investigación desde el ámbito internacional, nacional, regional y local y los referentes teóricos desde lo conceptual, teóricos y legales que apoyan los temas tratados en la investigación. Le sucede capítulo del marco metodológico que nos indica el enfoque y tipo de método científico que ubica la manera como se va a llevar a cabo esta investigación de acuerdo a 4 fases e instrumentos empleados para la búsqueda de resultados y las subsiguientes técnicas de procesamiento y análisis de datos. Se dan a conocer los resultados y las comparaciones con los resultados de otras investigaciones relacionadas con el tema de investigación en el capítulo siguiente y por tanto, las conclusiones en un capítulo aparte a las que se llegó. Por último, se encuentran los capítulos de la bibliografía y los anexos.

2. OBJETIVO GENERAL

Implementar el cultivo del gusano de harina (*Tenebrio molitor*) como herramienta didáctica para la disminución del impacto ambiental del uso del poliestireno expandido (EPS) potenciando el uso del abono orgánico producto de su biodegradación con estudiantes de 6° de Institución Educativa Alfonso Builes Correa.

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Establecer a partir de una revisión documental las estrategias de cultivo del gusano de harina (*Tenebrio molitor*) con los estudiantes para determinar la técnica más adecuada a las condiciones de temperatura y humedad en la Institución Educativa Alfonso Builes Correa.
2. Implementar la técnica de cultivo del gusano de harina (*Tenebrio molitor*) escogido con los estudiantes de 6° de la Institución Educativa Alfonso Builes Correa.
4. Diseñar una cartilla informativa “***Tenebrio molitor*: un gusano antiplástico**” con los estudiantes de 6° de la Institución Educativa Alfonso Builes Correa.

3. MARCO REFERENCIAL

3.1. Antecedentes

Las investigaciones que se han realizado con base al uso del gusano de harina (*Tenebrio molitor*) a nivel internacional son variadas, en la que sobresalen las del orden científico pocos con aplicación a la educación formal e informal como alternativa para cuidar el ambiente y el aprovechamiento del abono orgánico, en Colombia y tanto a nivel regional y local son variados los estudios en la que también sobresalen los del orden científico, no fue encontrado ningún trabajo donde se pueda aprovechar el gusano de la harina como abono orgánico, ni mucho menos estudios para realizar formación pedagógica del mismo.

Se relacionaron antecedentes investigativos que determinaron un camino explicativo para desarrollar este estudio, asimismo, como orientaciones metodológicas, que apoyaron el seguimiento al trabajo que a continuación se exponen partiendo de un orden internacional a nacional y cronológicamente del más reciente al más antiguo:

Desde el contexto internacional se tomaron como referencia los siguientes trabajos:

La autora Mendoza, Edurne en 2017 presentó su Tesis de grado en la Universidad de Pamplona, España, titulada “Influencia de diferentes dietas en la composición nutricional del insecto comestible *Tenebrio molitor* y estudio de su pardeamiento”, que tuvo como finalidad cuantificar el crecimiento y el contenido lipídico y vitamínico A y C de las larvas de *Tenebrio Molitor* que después se ve reflejado en la excreta, para lo cual se adquirieron 500g de larvas, con tiempo de vida de 4 semanas, quienes en los días siguientes de su adquisición se mantuvieron en

condiciones de temperatura alrededor de los 22°C, las larvas fueron previamente sometidas a una limpieza de restos de excrementos y alimentos utilizando un tamiz de 100 µm. al calcular la media de diez conteos visuales de las larvas presentes en un gramo. El resultado fue de 76,7 larvas / gramo, a cada grupo se le suministró una dieta base consistente en 50 g de salvado integral de trigo y 75 g de una verdura rallada: patata, brócoli o zanahoria, para luego realizar un seguimiento del crecimiento, se pesaron aleatoriamente treinta larvas de cada caja en tres grupos de diez larvas dos veces por semana. Los resultados obtenidos fueron que las diferentes humedades de los substratos alimenticios no afectaron el peso de las larvas, pero sí influyó en el tiempo de desarrollo; lo que evidenció que a mayor contenido de agua de los alimentos, mayor el crecimiento de las larvas. Esta hace un aporte significativo a esta investigación porque sus resultados nos dan una base para conocer la temperatura ambiente ideal en la que deben estar los Gusanos de Harina (*Tenebrio Molitor*) para su crecimiento en la etapa larval.

Se encontró un referente didáctico de una experiencia de educación formal, titulado “Beagle, un proyecto de investigación exploratoria en la escuela media: notas preliminares sobre el escarabajo de la harina en el ámbito de un laboratorio escolar”, por el autor Aldo Mario Gaudice en el año 2016 de la Universidad de Buenos Aires, Argentina. El objetivo de este trabajo fue introducir a un grupo de estudiantes al trabajo de laboratorio donde realizaron el protocolo de trabajo de contar el número de individuos (larvas), medir su longitud, pesarlos, acondicionarlos nuevamente, retirar las pupas, iniciar las nuevas poblaciones de adultos, llevar a cabo los registros de temperatura (de sustrato, ambiental durante la rutina, máxima y mínima semanal). También se tomó el tiempo en el cual las larvas tardaban en enterrarse nuevamente. Todos los meses se hacía un cambio parcial de harina de aproximadamente el 25%

del sustrato. Cabe destacar que estos trabajos fueron acompañados con charlas, seminarios y observación en lupa de 20X y 50X de las morfologías de las distintas categorías etarias. Los resultados fueron favorables, ya que se agruparon los datos obtenemos una tasa de incremento de longitud promedio de 0,135 cm por mes y con respecto al peso, ambos grupos manifestaron inicialmente 0,09 g por ejemplar, al analizar los resultados atendiendo a la variable temperatura se observa a priori que la temperatura de la harina, que generalmente coincidía con la temperatura ambiente, estuvo correlacionada directamente con esta y durante nueve semanas del período comprendido entre mayo a septiembre, que corresponde al 28% del tiempo del trabajo experimental, las temperaturas mínimas estuvieron por debajo de 16° C; no obstante, las máximas se mantuvieron en igual lapso de tiempo por arriba de 18° C. Entre las temperaturas extremas del laboratorio tenemos dos registros semanales con marcas mínimas de 11° C y en el otro extremo, la máxima más elevada se obtuvo a fines de diciembre con 37° C. Este trabajo nos aporta las condiciones de las temperaturas promedio en las que pueden llegar a sobrevivir el Gusano de Harina, la cual oscila entre los 11° y los 30°; a mayor temperatura el riesgo de que no sobrevivieran es elevado.

En Tabasco, México, se dio a conocer el trabajo titulado “Degradación de Polímeros con *Tenebrio Molitor* por los autores Molina-Cerón, Flores-Vásquez, y Hermosillo- Ortiz en el 2016, cuyo objetivo fue determinar el porcentaje de degradación de diferentes polímeros al usarlo como alimento de larvas *Tenebrio Molitor*. La metodología empleada fue con enfoque cuantitativo, debido a que sus autores pretendían determinar el porcentaje de degradación de Polímeros al ser utilizado como alimento a las larvas, Gusano de Harina (*Tenebrio Molitor*) la siguiente, a partir de la utilización de 60 larvas, de las cuales seleccionaron 44,

teniendo en cuenta el estado de salud de las mismas. Estas fueron separadas en 4 grupos, los cuales le fueron asignados 25 g. de un polímero por alimento, luego de 45 días, fue medida la masa de los Tenebrios y calculada el porcentaje de degradación. Posteriormente fueron sembradas 5 muestras de frijoles, a cuyas muestras le fueron aplicadas heces fecales del Tenebrio Molitor como fertilizante, en las cuales se observó que su crecimiento en 15 días fue significativo. Los resultados obtenidos fueron que todos los residuos de plástico fueron consumidos por los tenebrios, y el poliestireno expandido en mayor proporción, algunos de los gusanos se consumieron entre ellos y otros crecieron en volumen, el tamaño de las larvas cambió en proporción al consumo de su alimento, el excremento fue diferente dependiendo de su alimento y sirvió como fertilizante para las plantas de frijol observándose mayor crecimiento con este fertilizante y las plantas de frijol con mayor crecimiento fueron las que contenían heces de poliestireno y pañales y los de menor crecimiento fueron las que contenían heces de bolsa y Unicel. Este estudio aporta información importante a esta investigación deja sentado los beneficios que tienen el excremento del Gusano de Harina (*Tenebrio molitor*) como abono orgánico, y la utilidad que se le puede dar en cultivos por los componentes que aportan al suelo en su utilización.

La tesis titulada “Evaluación de bloques multinutricionales con Harina de larva de (*Tenebrio molitor*) en el engorde de conejos (*Oryctolagus cuniculus*)”, por los autores Vásquez, José en el año 2016 en San Carlos, Guatemala. El objetivo de este trabajo fue aportar información sobre nuevas alternativas de suplementación para el engorde de conejos. Este estudio tuvo una duración de 94 días, de los cuales 45 días fueron parte experimental, fue realizada en la Granja Experimental de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de San Carlos, aquí procedieron a cultivar el gusano de harina en cajas plásticas para luego dividirlos en

estadios de etapa larval y adulta para luego de 45 días ofrecerlo como alimento a conejos. Los resultados obtenidos fueron, que los conejos ganaron peso, lo cual está relacionado con el consumo de proteínas de alta calidad que ofrece el gusano de harina (*Tenebrio molitor*), lo cual indica que este insecto contiene aminoácidos esenciales necesarios en la dieta de los conejos, lo que los beneficia en su crecimiento y desarrollo. El trabajo porta al estudio las estrategias para el cultivo del gusano de harina (*Tenebrio molitor*) y las condiciones que se deben disponer para que llegue a una etapa adulta.

En el trabajo titulado “Utilización potencial de la excreta del gusano amarillo de las harinas como abono orgánico”, en Texcoco, Estado de México, México, tuvo como objetivo observar la productividad de la excreta del gusano amarillo en plantas, los autores Ramos-Elorduy, Ángeles y Garcia-Perez en el 2008 obtuvieron como resultados datos favorables de la utilización de abono orgánico para el mejoramiento de los suelos de uso agrícola y el incremento de la productividad del cultivo de gusano amarillo. Se observó que en general, el tamaño de las plantas donde se le aplicó abono de excreta era mayor, su coloración era de un verde más oscuro y la superficie foliar era más amplia, por lo que para un cultivo de acelgas, espinacas, sandías, melones, pepinos, etc., tendrían una mayor productividad empleando éste, ya que la superficie fotosintética es más grande. La cantidad empleada de este subproducto va a depender del tipo de suelo en donde se vaya a aplicar y el tipo de cultivo que se implementó, remarcándose así la gran importancia que tiene en la productividad agrícola y su enorme potencialidad.

Desde el contexto nacional se tomaron como referencia los siguientes trabajos:

En Zipaquirá, Cundinamarca, el autor Sarmiento, Angie en el año 2018, dio a conocer su tesis titulada “Establecimiento e implementación de un protocolo de cría de gusano de harina *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae), como apoyo al

programa de conservación de la rana venenosa dorada *Phyllobates terribilis* (Anura: Dendrobatidae) en el Bioparque Wakatá, parque Jaime Duque. El objetivo fue implementar un sistema de cría y producción del Gusano de Harina *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae), como principal alternativa alimenticia para la rana venenosa dorada *Phyllobates terribilis*. El estudio se llevó a cabo en cuatro fases; primero la adecuación de tres terrarios en el sector de anfibios y reptiles, en los cuales se introdujeron las ranas, realizando un examen médico y pesaje previo a cada espécimen; segundo se adecuó un espacio dentro del Bioterio del Bioparque para establecer la producción de gusanos, en condiciones controladas, teniendo en cuenta los puntos críticos de producción se estableció el protocolo de manejo, posteriormente se elaboró un cronograma para el seguimiento de consumo de larvas. Los resultados obtenidos fueron, la cría de gusano de harina (*Tenebrio molitor*), teniendo en cuenta los parámetros establecidos en el desarrollo de la producción, se determina que la temperatura adecuada para el crecimiento y desarrollo de las larvas es de 28°C a 34°C y una humedad del 40%. Se determina que el tamaño de larva adecuada para ofrecer a las ranas es el de la semana 4, cuya medida oscila en los 5mm y su movimiento ha tenido un efecto positivo, nos aporta en el presente estudio el método más adecuado del cultivo de este gusano para las condiciones del medio de la institución educativa.

Se encontró similar trabajo a la anterior donde se da a conocer otros usos del gusano de harina (*Tenebrio molitor*) realizada en Nariño por las autoras Meza, Lady y Torres, Dayra titulada “Evaluación comparativa de tres dietas constituidas por la mezcla de balanceado comercial de 43% de proteína, tenebrios y larvas forrajeras, durante la fase de larvicultura de Arawana plateada (*Osteoglossum bicirrhosum*). El objetivo de este trabajo fue estudiar el efecto de tres dietas constituidas por la mezcla de balanceado comercial de 43% de proteína, tenebrios y larvas forrajeras, durante la

fase de larvicultura del pez. Se levantaron en tanques de 1000 L, 180 larvas de arawana plateada (*Osteoglossum bicirrhosum*), de 20 días de edad, con una talla inicial promedio de $4,70 \pm 0,18$ cm y peso promedio de $0,88 \pm 0,06$ g. Se utilizó un diseño irrestrictamente al azar (DIA) conformado por tres tratamientos y cuatro réplicas, de tal manera que 15 larvas constituían una unidad experimental, distribuidos así: T1: 50% balanceado comercial más 50% larvas forrajeras, T2: 50% balanceado comercial más 50% tenebrios y T3: 50% balanceado comercial más 25% larvas forrajeras y 25% tenebrios. Se determinaron las variables incremento de peso, talla, tasa de crecimiento simple, conversión alimenticia, porcentaje de supervivencia y análisis parcial de costos en cada uno de los tratamientos. Los resultados demostraron que el tratamiento T1 fue estadísticamente superior ($p < 0,05$), con respecto a las variables: incremento de peso ($3,52 \pm 0,592$ g), aumento de talla ($5,6 \pm 0,169$ cm), tasa de crecimiento simple (1,46%) y conversión alimenticia (2,13.) La supervivencia según la prueba de Brand- Snedecor no detectó diferencias estadísticas ($p > 0,05$), entre los tratamientos. El análisis costo - beneficio, comprobó que los tres tratamientos son económicamente viables con valores de 1,27 para T1 el T2 1,41 y el T3 1,44 respectivamente.

Desde el contexto regional y local se tomaron como referencia trabajos que tienen que ver las técnicas de uso de abonos orgánicos de otra procedencia:

Los autores Pérez C. ; Ricardo, M.; Pérez C. Alexander, D.; Vertel, M. y Melba, M. en el año 2010, dieron a conocer en un artículo científico el trabajo titulado “Caracterización nutricional, físicoquímica y microbiológica de tres abonos orgánicos para uso en agroecosistemas de pasturas en la subregión Sabanas del departamento de Sucre, Colombia”. El objetivo del trabajo fue presentar los resultados de un estudio tendiente a caracterizar nutricional, físico-química y microbiológicamente tres abonos

orgánicos, para su uso en agroecosistemas de pasturas en la Subregión Sabanas del departamento de Sucre. Fueron preparados tres abonos orgánicos (Composta de pollinaza, Composta de bovinaza y Lombricompost) con materias primas procedentes de la zona de estudio. A cada abono orgánico se le hizo caracterización nutricional, físico-química y microbiológica. Para relacionar los parámetros nutricionales, físicoquímicos y microbiológicos de los abonos, se emplearon técnicas multivariadas (análisis de componentes principales o análisis de correspondencias simples) y el programa estadístico R, 2009. Los resultados muestran que la composta de pollinaza presenta una mayor contribución nutricional, mayor retención de humedad y una alta volatilización, mientras la composta de pollinaza y el lombricompost muestran la más baja densidad física (0.40g/cm^3). Los tres abonos tienen concentraciones de Cd, Cr, Hg, Ni y Pb por debajo de los niveles máximos permisibles por la NTC 5167 de 2004, y concentraciones de Cu y Zn inferiores a las máximas permitidas por la Comunidad Europea-. Con relación a la diversidad de comunidades microbiológicas, la composta de bovinaza presentó mayor diversidad poblacional de hongos y bacterias. El contenido nutricional, la facilidad de liberación, las características físicas, químicas (metales pesados) y microbiológicas de un abono orgánico, son determinantes de su calidad, razón por lo que éstos deben ser evaluados antes de su aplicación en cualquier agroecosistema. Este trabajo es un referente para el uso nutricional, físico-química y microbiológicamente de los abonos orgánicos, para su uso en agroecosistemas.

El trabajo titulado “Evaluación del cilantro a la aplicación de distintas proporciones y tipos de abono orgánico en condiciones de Montería – Colombia, cuyo autor Ayala-Cárcamo, Jesús en el años 2018, con el propósito de contribuir a la seguridad alimentaria y mejorar calidad de vida de los pequeños y medianos productores de la zona, se propuso como complemento de trabajos previos de

evaluación del cilantro en condiciones de clima cálido y a baja altitud, en la cual se evaluaron cuatro tipos de sustratos (suelo de aluvión, compost, abono orgánico comercial Mega-orgánico, y mezcla de los dos orgánicos), se evaluaron las proporciones V/V: 100, 75, 50, 25 y 0% de los abonos Compost, Mega-orgánico y la Mezcla (Compost más Mega-orgánico). El ensayo se estableció en materos plásticos de 30 x 46 cm distribuidas al azar en un DCA, la siembra se hizo con cilantro Variedad Oro verde a 15 x 11 cm, que equivale a una población de 435.000 plantas/ha. Se evaluaron los siguientes parámetros: germinación y emergencia de las semillas, altura de planta, diámetro, longitud del peciolo, longitud de la lámina foliar, número de hojas, biomasa húmeda de follaje y raíz al igual que su porcentaje de humedad retenida en el vegetal, absorción de nutrientes y rendimiento. Se concluye que el cilantro responde a la aplicación de abono y tipo de abono orgánico en lo que concierne a los componentes del rendimiento en condiciones ambientales de Montería.

3.2 Marco teórico

3.2.1 Problemas ambientales por plásticos: En la actualidad, en todo el mundo, existe una problemática importante por la contaminación del agua, aire y suelo, ocasionada en gran medida, por los grandes volúmenes de residuos plásticos que se generan diariamente y que recibe escaso o nulo tratamiento adecuado. Esta situación se agrava porque esta basura, que está conformada por residuos de composición muy variada, generalmente se junta y mezcla durante las labores de recolección lo que dificulta su manejo final (Cristán et al., 2003).

Si bien los plásticos por sus características de peligrosidad, la mayoría de los representan un riesgo para el ambiente, son un problema mayor porque no pueden ser degradados por el entorno. Al contrario de lo que ocurre con la madera, el papel, las

fibras naturales o incluso el metal y el vidrio, los plásticos no se oxidan ni se descomponen con el tiempo (Cristán et al., 2003).

Solo en 1993, se produjeron 1,000 millones de toneladas de basura en el mundo, que se traducen en 2.7 millones de toneladas diarias; si se considera que representan una densidad de 200 kg/m³, de este volumen sólo 30% recibió un tratamiento y el resto se convirtió en un problema ambiental (Cristán et al., 2003).

3.2.2 Educación Ambiental: la educación ambiental debe ser considerada como el proceso que le permite al individuo comprender las relaciones de interdependencia con su entorno, a partir del conocimiento reflexivo y crítico de su realidad biofísica, social, política, económica y cultural para generar en él y en su comunidad, actitudes de valoración y respeto por el ambiente. Actitudes encaminadas a mejorar la calidad de vida y desarrollar una relación sostenible entre medio ambiente y desarrollo, preservando el bienestar en generaciones actuales y garantizando el de generaciones venideras (Ministerio del Medio Ambiente y Ministerio de Educación Nacional, 2002).

Desde la escuela, debe abrir espacios que permitan la adquisición conductas pro-ambientales que modifiquen el comportamiento humano, a través de acciones con las que se mantenga el equilibrio de los recursos naturales y la promoción de actitudes y valores hacía el respeto del entorno, disminuyendo así el deterioro ambiental (Boada y De Escalona, 2005 p. 320).

3.2.3 Poliestireno expandido: Es un material plástico celular y firme generado a partir de perlas ya expandidas de poliestireno expandible o copolímeros, con una estructura celular cerrada y llena de aire. El Poliestireno Expandido (EPS) se obtiene a partir de la transformación del poliestireno expandible. Esta materia prima

es un polímero del estireno que contiene un agente expansor, el pentano. Como todos los materiales plásticos el poliestireno expandible deriva en último término del petróleo, aunque hay que tener en cuenta que solo un 6% del petróleo se dedica a la fabricación de productos químicos y plásticos frente a un 94% dedicado a combustibles para transporte y calefacción. A partir del procesado del gas natural y del petróleo se obtienen, mayoritariamente como subproductos, el etileno y diversos compuestos aromáticos. A partir de ellos se obtiene el estireno.

Este estireno monómero junto con el agente expansor sufre un proceso de polimerización en un reactor con agua dando lugar al poliestireno expandible, la materia prima de partida para la fabricación del poliestireno expandido (ANAPE, 2017).

Es un compuesto estable frente a muchos productos químicos, sin embargo, se contrae o expande cuando esta frente a: Ácidos concentrados (sin agua) al 100%, Disolventes orgánicos (acetona, esteres, etc.), Hidrocarburos alifáticos saturados, Aceite de diesel y Carburantes. Para producir poliestireno se usan recursos naturales no renovables, ya que es derivado del petróleo (Alexander, 1999).

3.2.4 Biodegradación del poliestireno: la biodegradación es la disminución biológicamente catalítica de la complejidad de componentes o sustancias químicas. (Alexander, 1999). De acuerdo con el modo de iniciación, puede ser degradación térmica, mecánica, química, foto-química, química, radiantes y biológica. La biodegradación es un proceso bioquímico que se refiere a la degradación y la asimilación de los polímeros por microorganismos vivos, para producir productos de degradación (Gautam, 2007).

La biodegradación del poliestireno es química producida por microorganismos como bacterias y fungí por medio de vía enzimática, dando como productos metabólicos H₂O, CO₂, CH₄, biomasa, etc. El resultado final debe ser una pérdida total de la estructura química como resultado de una reducción en el peso molecular (Vargas, 2011).

Para la biodegradación se debe tomar en cuenta factores como la disponibilidad del agua, temperatura, uso de oxígeno, minerales, pH, potencial redox, carbón y fuente de energía que influyen en el crecimiento de las bacterias, así como la tasa de biodegradación (Krihna, 2011).

3.2.5 Gusano de harina (*Tenebrio molitor*): llamado escarabajo molinero, la denominación correcta sería larva de *Tenebrio molitor*, por ser la segunda etapa de un insecto. La denominación correcta sería larva de *Tenebrio molitor*, las larvas, que son las que se emplean como alimento tienen un color miel según Soto (2003) visto en Sarmiento (2018). Es una especie de distribución cosmopolita, introducida accidentalmente en Argentina (Flores, 1998). Las larvas recientemente mudadas se utilizan como alimento de mascotas: peces tropicales, aves, reptiles y pequeños mamíferos insectívoros. Debido a que su cría en laboratorio es sencilla, es también un insecto adecuado para estudios de fisiología (Nielsen, 1998).

3.2.6 Características del gusano de harina (*Tenebrio molitor*): son coleópteros que pertenecen al Orden más numeroso de la Clase Insecta. Este grupo presenta características que lo hacen inconfundible; una muy importante es la estructura de sus alas anteriores, que por lo general son duras, gruesas y pueden estar adornadas con estrías, puntos, tubérculos, dientecillos, o en su defecto, ser pubescentes o lisos (Bastidas y Zavala, 1995). Los que atacan granos y sus productos derivados, secos y almacenados, se conocen vulgarmente como

gorgojos, coquitos o bichitos negros. Su tamaño puede variar de 1,5 mm a 17 mm aproximadamente, aún cuando en su fase larvaria alcancen tamaños mayores (Mondragón y Contreras-Peña, 2015). La familia de los tenebrios es muy numerosa, pues se conocen alrededor de 14,641 especies; con cuerpo de forma variable ya que algunos son robustos, alargados y también los hay aplanados; de color blanco amarillento o café oscuro con dos ganchos al final del abdomen; cuyo tamaño va de 2 a 35 mm. El primer 5 par de patas torácicas están bien desarrolladas. Los tenebrios son insectos de hábitos nocturnos en cuanto a su alimentación Ricardo (1972).

3.2.7 Abono orgánico: según Legal et al (2001), la base principal de la fertilidad orgánica es la composta resultado de la degradación de una mezcla determinada de materiales orgánicos, por la acción de microorganismos que tienen la finalidad de potenciar la fertilidad natural del suelo. El objetivo de su elaboración es la reducción de compuestos orgánicos complejos para obtener de ellos compuestos sencillos particularmente inorgánicos, que sean asimilables gradualmente por la planta, tomado en Véliz (2014).

Cabe resaltar que el abono orgánico también recibe el nombre de Compost, palabra que proviene del latín componere que significa juntar, por lo tanto el abono orgánico es la reunión de un conjunto de restos orgánicos que sufren un proceso de fermentación y dan un producto color marrón oscuro. Este abono madurado es estable, o sea, que en el proceso de fermentación esta esencialmente finalizado, esta materia resultante contiene nutrientes como: nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio, calcio, hierro y otros elementos necesarios para la vida de las plantas (Raspeño y Cuniolo, 1996).

El gusano de la harina (*Tenebrio molitor*) es un coleóptero que en la

naturaleza representa una importante plaga de productos derivados de cereales. En su cría a nivel industrial con fines alimenticios se han logrado unas cualidades de sus excrementos que los revalorizan como abono de uso en agricultura, al presentar un balance nutricional y un contenido en materia orgánica superior a los abonos orgánicos actuales del mercado. Además, la presencia del polisacárido quitina en estos excrementos los revaloriza aún más para este nuevo uso, ya que es un compuesto con actividad antimicrobiana, capacidad de promoción del crecimiento vegetal, inductor de resistencias y favorecedor de las relaciones simbióticas. Por otro lado, la microbiota asociada a sus intestinos, y que seguramente acompañe sus deposiciones, puede contener importantes microorganismos beneficiosos para las plantas (Povedas Arias, 2018)

3.2.8 Didáctica: etimológicamente, el término didáctica procede del griego *didaktiké*, en relación con el verbo instruir, exponer con claridad. En latín el vocablo didáctica hace referencia a dos verbos *docere* y *discere*, enseñar y aprender. La didáctica se considera el arte de enseñar, también considerada como ciencia dada la constante investigación y experimentación en nuevas técnicas de enseñanza. Ligada a las dificultades prácticas del docente y el educando, y debe responder al interrogante de para qué formar, a quiénes, qué enseñar y como realizar el ejercicio de la enseñanza, considerando la acertada selección y diseño de los medios formativos, su calidad y resultados para la mejora continua del proceso de enseñanza aprendizaje, con ello la didáctica se define como “una disciplina de naturaleza-pedagógica, orientada por las finalidades educativas y comprometida con el logro de la mejora de todos los seres humanos, mediante la comprensión y transformación permanente de los procesos socio-comunicativos, la adaptación y desarrollo apropiado del proceso de enseñanza-aprendizaje” (Medina y Mata, 2009, p. 7).

3.3 Marco legal

En la ley 115 o Ley General de Educación, sancionada en enero de (1993), plantea normas las cuales pretenden regular el servicio público de la educación con el fin de que esta cumpla una función social que sean acorde a las necesidades e intereses de todas las personas que componen la sociedad, resumiéndose en el derecho que tienen las personas a recibir una educación, procurando la libertad de enseñanza, aprendizaje e investigación.

Dentro de esta misma Ley General de Educación se establece en el decreto 1743 (1994), la obligación del desarrollo de un proyecto de educación ambiental, que se incluya en todos los niveles de educación formal, con el fin de mitigar los impactos ambientales, locales y nacionales.

La Política Nacional de Educación Ambiental fue aprobada en 2002 como resultado del esfuerzo conjunto entre los ministerios de Educación Nacional y de Ambiente y Desarrollo Sostenible y promueve una propuesta para la incorporación del tema ambiental en la educación, en este marco nació el Programa Nacional de Educación Ambiental para la puesta en marcha de la estrategia formativa que acompaña sus propósitos de institucionalización, en todos los escenarios y ámbitos del desarrollo territorial, atendiendo a las políticas nacionales en materia educativa y ambiental.

Los proyectos ambientales escolares (PRAE): son proyectos transversales cuyo principal objetivo es integrar el tema ambiental en todos los procesos educativos que se desarrollan en una instituciones educativas, generando posibles soluciones a las distintas problemáticas ambientales locales, a través de proyectos que se generen dentro de la institución, en ese sentido no solo se pretende incluir e integrar al plantel educativo sino que también a la comunidad conformada por padres de familias y a personas que habitan cerca de la institución educativa. Decreto 1743 (1994).

4. MARCO METODOLÓGICO

4.1. Tipo metodológico:

El enfoque metodológico que fue empleado en esta investigación de tipo cualitativo, que se orienta a describir fenómenos sociales, ambientales y educativos centrándose en la relación entre ellos y como se altera uno de estos a medida que el otro lo hace, es decir cómo afecta los problemas ambientales a la educación, y como puede influir la educación en el ambiente (Hernández-Sampieri, Fernández-Collado y Baptista-Lucio, 2010).

Asimismo, la educación es el arte que se da a partir del conocer, comprender e interpretar desde una perspectiva que permite detallar y conocer lo real, interpretándolo de una manera integral donde el sujeto investigador hace parte del fenómeno u objeto que está estudiando (Cerdeña, 2011).

4.2. Enfoque:

El enfoque descriptivo cualitativo permite la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento (Fidias y Arias, 2012).

Por lo tanto, los datos cualitativos obtenidos en esta investigación son elaboraciones detalladas de naturaleza descriptiva que recogen una amplia y diversa información con relación a un relativamente prolongado periodo de tiempo. además, mediante las descripciones de los fenómenos observados, posibilitan explicar procesos, identificar principios genéricos a partir de la exploración de situaciones y conductas específicas y generalizar dentro de cada caso, así como comparar las constataciones en distintos casos (Quecedo y Castaño, 2002 p. 19).

4.3. Fases metodológicas:

Las fases metodológicas que se llevaron a cabo, fueron las siguientes:

5.3.1 Fase de establecimiento: se estudiaron y escogieron las estrategias de cultivo del gusano de harina (*Tenebrio molitor*) como orientación para determinar el más propicio según las condiciones de temperatura y humedad.

4.3.2 Fase de implementación: se aplicó la técnica de cultivo del gusano de harina (*Tenebrio molitor*) escogido con los estudiantes siguiendo los pasos pertinentes y de adaptabilidad para su producción.

4.3.3 Fase de diseño: a partir de los pasos de la fase anterior se diseñó una cartilla informativa denominada “***Tenebrio molitor: un gusano antiplástico***” donde los estudiantes narraran su experiencia científica con pasos, resultados y beneficios con el fin de dar un mensaje ambiental que repartirán al resto de la comunidad estudiantil.

4.4. Población y muestra

La población de la Institución Educativa Alfonso Builes Correa del municipio de Planeta Rica es de 1615 estudiantes matriculados, divididos en dos jornadas, en la jornada de la mañana se encuentran 902 estudiantes y en la tarde 713 estudiantes. Se tomó una muestra de la jornada de la mañana para la realización de este estudio. De donde se escogió una muestra de 30 estudiantes de 6°.

4.5. INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

Según Hurtado (2008) las técnicas de recolección de datos comprenden procedimientos y actividades que le permiten al investigador obtener la información necesaria para dar respuesta a su pregunta de investigación y estas pueden ser la observación directa, diario de campo y la entrevista, entre otras. Se usarán otras

herramientas, para el proceso formativo de la comunidad como son las actividades dinámicas.

- **Revisión bibliográfica:** una exploración de la metodología utilizada para poder contestar la pregunta de investigación, y aporta una fundamentación que muestra la idoneidad de los enfoques metodológicos y diseños de investigación utilizados, así como de las técnicas y procedimientos que se utilizan para recopilar datos. En la revisión se evalúan las diferentes metodologías y diseños identificando ventajas, inconvenientes y dificultades que presenta cada orientación metodológica. Del mismo modo también se aportan referencias relevantes que muestran la selección de una técnica de recolección de datos frente a otras técnicas alternativas (Hart, 1998)

- **Observación:** el principal objetivo de la observación es la comprobación del fenómeno que se tiene frente a la vista, con la preocupación de evitar y precaver los errores de la observación que podrían alterar la percepción de un fenómeno o la correcta expresión del mismo. En tal sentido, el observador se distingue del testigo ordinario, ya que este último no intenta llegar al diagnóstico, además son muchos los sucesos que le pasan desapercibidos (García-Sánchez, Jesús-Nicasio; Pacheco-Sanz, Deilis-Ivonne; Díez -González y García- Martín, Esther, 2010).

- **Diario de campo:** este instrumento se utilizara para para hacer una narración descriptiva, minuciosa y periódica de las experiencias vivenciadas con las personas de la comunidad y demás hechos captados por el investigador. El diario de campo es una herramienta fundamental para tomar nota de cualquier hecho importante o ya sea cualquier experiencia significativa, cómo las buenas acciones y responsabilidad de las personas. Según lo dicho por Martínez (2007) el diario de campo permite la sistematización de la práctica investigativa lo que conlleva a mejorarlas, enriquecerlas y

transformarlas, también nos permite fortalecer la relación teórico – práctica y por tanto estas se retroalimentan y hacen que el diario de campo adquiera cada vez más profundidad

- **Técnica narrativa escrita:** el hecho de narrar se ha considerado adecuado para comprender los significados con el que las personas componemos el mundo. El significado resulta básico para el ser humano y su naturaleza humana supone la construcción activa de significados. En este sentido, el estudio de los relatos y de historias de experiencias permite comprender los significados que se expresan, organizan y crean en ellas (Bruner, 2002).

4.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Los datos se analizarán por medio de las observaciones, la narrativa escrita y de registro fotográfico.

5. ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS

Los resultados se obtuvieron en tres momentos o fases, que se describen a continuación:

Primera fase: en un primer momento se sensibilizó a los estudiantes acerca la actividad y se procedió a hacer una revisión documental de las diferentes técnicas de cultivo del gusano de harina (*Tenebrio molitor*), para escoger la más adecuada para el entorno de cultivo en la institución educativa (**Figura 1**). Se escogió el más adecuado (Gaudice, 2016), se organizó la información y se elaboró una guía de trabajo. El proceso de revisión documental permite que los estudiantes identifiquen las investigaciones elaboradas con anterioridad y de esta manera construir premisas de partida para elaborar una base teórica de los procedimientos adecuados (metodologías de abordaje) estableciendo semejanzas y diferencias para así hallar la estrategia más conveniente (Valencia, 2015). Se tuvo en cuenta las condiciones de temperatura y humedad del entorno, ya estas condiciones influyen directamente en el desarrollo del gusano de harina en todos sus estados y en su ciclo completo de crecimiento; como lo es, el estado larval, pupa y escarabajo. Con esto se pudo determinar la temperatura del lugar donde se realizó el criadero que no debía ser superior a los 32°C.

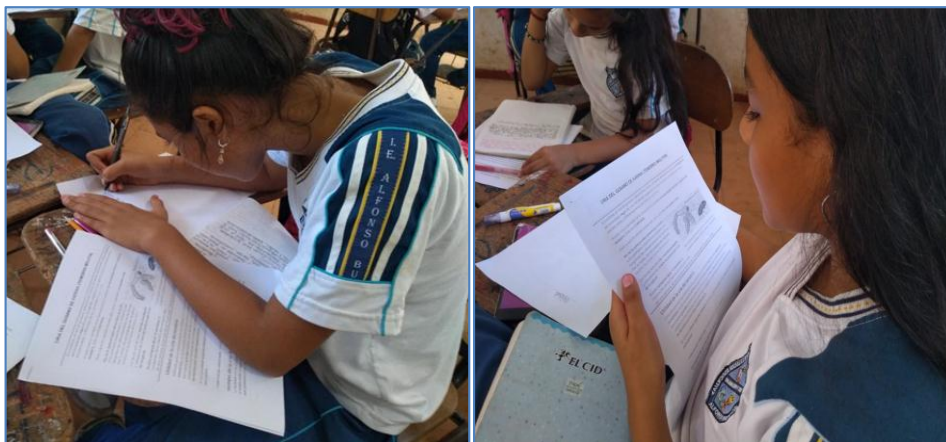


Figura 1. Revisión documental técnica del cultivo del gusano de harina

Fase dos: los gusanos fueron obtenidos de la harina de trigo que ha estado sometida previamente a la oscuridad y a la humedad en una bolsa plástica parcialmente abierta por un mes. La literatura sugiere que ayuda a su crecimiento el salvado de trigo, la cual fue conseguida y puesta a su disposición, de igual manera, cuando salieron los primeros estados larvarios, se mezclaron para su alimentación el salvado de trigo con trozos de icopor o poliestireno expandido (EPS) siguiendo los siguientes pasos:

En total se desarrollaron 150 gusanos, que se trasladaron en un recipiente pequeño con orificios para su ventilación e inmersos en salvado de trigo a la institución educativa (**Figura 2**).



Figura 2. Recipiente de 150 gusanos de harina (*Tenebrio molitor*)

En el proceso de trabajo con los estudiantes, se realizó un conteo más detenido de gusanos y se pudo constatar que en la cepa se encontraron 135 gusanos de harina

(*Tenebrio molitor*) en estado larval y 15 gusanos en estado pupa (**Figura 3**). Los estudiantes depositaron las larvas del gusano en una caja plástica con unas dimensiones de 20 cm de largo x 15 cm de ancho y 10 cm de alto. Los gusanos en estado pupa o de latencia e inicio de metamorfosis a escarabajo se depositaron en otro recipiente con las mismas características, al cual se le hicieron perforaciones en las tapas para que obtuvieran el oxígeno necesario y no murieran por asfixia; además de esto tuvieron la ventilación suficiente. Estas cajas fueron instaladas en un lugar fresco, que no recibía mucha luz y donde hubo buena ventilación, la cual no superaba los 35°C, condición óptima para lograr la supervivencia de los mismos. Gaudice (2016) en su trabajo con estudiantes concluye que las condiciones de las temperaturas promedio en las que pueden llegar a sobrevivir el Gusano de Harina, oscila entre los 11° y los 30°; sin embargo puede haber un margen de supervivencia hasta los 35° a mayor temperatura el riesgo de que no sobrevivieran es elevado.



Figura 3. Separación y conteo de larvas y pupas

Las larvas del gusano de harina (*Tenebrio molitor*) fueron medidas por los estudiantes de 6° de la Institución Educativa Alfonso Builes correa, luego de su separación; las medidas arrojadas por estos fueron: de las 135 larvas de gusano de harina, 58 gusanos midieron 1.5 cm, 33 gusanos midieron 1.7 cm y 44 gusanos

alcanzaban los 2.0 cm (**figura 4**). Inmediatamente después de su medición empezaron a ser alimentadas con poliestireno expandido (EPS), el cual fue suministrado en porciones de 0.5 g., que fue tomado de una porción mayor que medía 20 cm² x 1 cm de ancho (**Figura 5**), según Molina-Ceron et. al, (2016) como dieta única y como dieta líquida se les suministro rodajas de manzana, de donde extraían líquido.



Figura 2. Medición de larvas de gusano de harina



Figura 3. Alimentación con Icopor 20cm² x 1cm de ancho

Siguiendo un control cada dos días de observación (Molina-Ceron et. al 2016; Gaudice, 2016 y Mendoza, 2017) se pudo constatar que transcurridos dos días (2), 7

gusanos cambiaron de estado larval a pupa, manteniéndose en estado de latencia, también se pudo observar que las larvas mudaban su piel quedando en un color beige, que con el pasar de las horas recuperaba su color natural que es un marrón anaranjado. Este día se hizo la primera recogida del producto de la biodegradación, que se fue recolectando para posteriormente hacer un pesaje.

Transcurridos cuatro (4) días desde el día inicial, se les suministró nuevamente 0.5 g de poliestireno expandido y se observó que 7 larvas pasaron a estado pupa o de latencia, cuya población continuó creciendo y la de larvas disminuyó, pero continuaron con el proceso de degradación, se hizo una segunda recogida del producto de degradación con los estudiantes. El día (6) seis no hubo cambios de estado de los tenebrios, este día se hizo un primer pesaje pero fue muy poco, es decir, el peso fue menor a un (1) gramo, por lo tanto no hubo movimiento en la gramera (**Figura 6**).



Figura 4. Pesaje producto (abono orgánico)

El día ocho (8) luego de la recogida del producto de la degradación del poliestireno expandido (EPS) del recipiente de las larvas, acción realizada por los gusanos de harina (*Tenebrio molitor*), este día los estudiantes de grado 6° les suministraron 0.5 g de icopor y durante este procedimiento se sorprendieron con la transformación de cuatro (4) pupas a estado de escarabajos, las cuales se encontraban en el otro recipiente; donde permanecían con salvado de trigo para disminuir el calor que pudiesen sofocarlos y asfixiarlos, los estudiantes describieron los escarabajos con alas, pero sin la capacidad de volar y de un color marrón claro y ante su mirada de asombro brotó otro escarabajo procedente de una pupa (**Figura 7**). Pasados tres días de la transformación, estos escarabajos fueron cambiando su color y pasaron de marrón claro a un color negro.



Figura 5. Metamorfosis de la pupa a escarabajo

El día diez (10) el proceso de la transformación de estado larval pasaron a pupa 10 larvas y de pupa al siguiente estado, hubo un incremento a 30 escarabajos, confirmando las teorías que analizamos junto a los estudiantes de grado 6° en nuestra revisión documental (**Figura 8**) que afirmaba que la metamorfosis dura entre 6-10 días, en este sentido las larvas fueron disminuyendo por el cambio de estado y la

biodegradación del poliestireno se hizo evidente por la perforación total de las piezas de icopor que habían desaparecido ante la mirada de los estudiantes.

El día doce (12) los estudiantes les suministraron nuevamente 0.5g de poliestireno expandido y se hizo un nuevo pesaje del producto de biodegradación hecha por el gusano de harina, obteniendo como resultado la suma total de un (1.5) gramo de peso del producto recolectado. En este rango de tiempo no hubo cambios en el proceso, este se mantuvo igual, las larvas no se transformaron, ni las pupas.



Figura 6. Metamorfosis de la pupa a escarabajo

El día catorce (14) los estudiantes hicieron un nuevo conteo de larvas, pupas y escarabajos; arrojando un resultado de 91 larvas 25 pupas y 30 y el proceso de cambio se mantuvo, el día dieciséis (16) se les suministro a las larvas 0.5g de icopor como alimento de su dieta única y se hizo una nueva recolección del producto y sumado con los recogidos anteriormente el resultado fue de tres (3) gramos. Pero los estudiantes y el grupo investigativo notaron que los escarabajos adultos se devoraban a los más jóvenes pero fueron pocos casos, porque la población de escarabajos que son quienes ponen los huevos para continuar con el proceso de cultivo siguió creciendo en población al día dieciocho (18), la población de larvas disminuyo notoriamente a 65

larvas y las pupas aumentaron a 38 (**Figura 9**), y los escarbamos de igual forma pasaron de 30 a 47, que según la revisión documental realizada tendrán un lapso de vida de 3 semanas durante el cual se aparearan y pondrán huevos que durarán en incubación un poco más de una semana y el ciclo de vida de los gusanos de harina (*Tenebrio molitor*) volverá a comenzar y las larvas en el cultivo se incrementarán nuevamente. En este tiempo el consumo del poliestireno disminuyó evidenciando que a menor número de larvas la degradación va ser menor.



Figura 7. Incremento población de pupa

El día veinte (20) los estudiantes hicieron el último pesaje del excremento que arrojó como resultado 4 gr. En la **figura 10** se evidencia la tabla empleada para recoger los datos durante los 20 días del proceso de crecimiento, consumo de poliestireno extendido y producción de excremento o producto del gusano por los estudiantes. Resultando similares con el estudio de Ramos-Elorduy y Garcia-Perez (2008), que utilizó parecida técnica de cultivo, pero con diferente alimentación como hortalizas e icopor. Con respecto al trabajo de Gaudice (2016) los gusanos no sobrevivieron al proceso, a pesar de que la temperatura era más baja y la mayoría de los cultivos

investigados son entre 11° y 30°C.

TABLA DE REGISTRO DE EXPERIMENTACIÓN DEL GUSANO DE HARINA

DÍA	CANT. DE LARVAS Y PUPAS	CANT. DE POLIESTIRENO CONSUMIDO	CANT. DE EXCREMENTO RECOGIDO
1	135 - 15	0,5g.	
3	128 - 22		0,2g.
4	121 - 29	0,5g.	0,2g.
6	121 - 29		0,2g.
8	121 - 25	0,5g.	
10	111 - 35		
12	110 - 8	0,5g.	0,9g.
14	91 - 25		
16	90 - 26	0,5g.	1,5g.
18	65 - 38		
20	60 - 40	0,5g	1,0g.
Total =		3,0g	4,0g.
Escarabajos cantidad final=			50

Figura 10. Datos de crecimiento del gusano *Tenebrio molitor*, consumo de poliestireno extendido y producción de excremento

Con este estudio se pudo comprobar que las larvas pueden sobrevivir también dentro del “margen de supervivencia” que dicen otros autores, entre los 30° y 35° de temperatura, en un entorno como el del municipio de Planeta Rica, lo cual es interesante, ya que se podría potenciar el cultivo para el aprovechamiento del abono

orgánico rico en nutrientes, producto de la degradación del poliestireno expandido (EPS) un agente contaminante que actualmente no es un material reciclaje, que ayudaría a disminuir su impacto en el ambiente.

Fase tres: Luego de la implementación de la técnica del gusano de harina (*Tenebrio molitor*), los estudiantes de 6° de la Institución Educativa Alfonso Builes Correa diseñaron una cartilla informativa, la cual llamaron “*Tenebrio molitor*: un gusano antiplástico”, la portada se muestra en la **Figura 11**, en ella plasmaron los dibujos hechos por ellos mismos (**Figura 12**) del proceso visto acerca del crecimiento del gusano de harina desde su estado larval, pasando por su estado pupa donde hace la metamorfosis y transformación hasta escarabajo, luego de su apareamiento ponen huevos y su ciclo vuelve a comenzar.



Figura 11. Portada de Cartilla Informativa



Figura 12. Dibujos por los estudiantes del ciclo del crecimiento del gusano de harina (*Tenebrio molitor*).

En la cartilla los estudiantes tuvieron la oportunidad de narrar su experiencia científica con los pasos que siguieron durante todo el proceso del cultivo, teniendo la oportunidad de explicar descriptivamente los conocimientos que adquirieron desde la revisión documental del cultivo y crecimiento de la larva del gusano (**Figura 13**). Con ellos, lograron plasmar los resultados y los beneficios que aportan los gusanos de harina (*Tenebrio molitor*) con el fin de dar un mensaje ambiental a los compañeros de los diferentes grados de la Institución Educativa (**Anexo 4**) Esto fue posible con la repartición de la Cartilla informativa a la comunidad estudiantil (**Figura 14**). Esta es una actividad activa con una visión integradora que posibilitó el establecimiento de relaciones vinculares entre los estudiantes y la construcción de subjetividades de la experiencia del gusano con los otros cursos de la institución al que se les dio la información según Dillon et al., (2012).



Figura 8. Narración y explicación descriptiva del proceso de crecimiento del gusano *Tenebrio molitor*



Figura 14. Repartición e información de la Cartilla a la comunidad estudiantil.

Como resultado final según los apuntes del diario de campo. Los estudiantes implicados en el proceso lograron desarrollar habilidades que les permitieron explorar su creatividad, creando una conciencia ambiental y lo más importante podrían ser capaces de dar solución a la reducción del uso y mitigación del impacto que genera el poliestireno expandido en el ambiente.

6. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en las diferentes etapas en la consecución de las actividades propuestas en este estudio, primeramente, fue la revisión documental de donde se pudo atraer la atención de los estudiantes, que escogieron e implementaron la mejor técnica para el cultivo del gusano de harina, teniendo en cuenta la temperatura, ya que la mayoría de las técnicas son a baja temperatura, sin embargo se descubrió que los gusanos lograron sobrevivir en el margen de supervivencia entre los 30°C y 35°C, que según la teoría, es difícil su reproducción a estas temperaturas.

Con la observación y descripción del proceso de crecimiento, se pudo comprobar que el gusano de harina degrada satisfactoriamente el poliestireno expandido (EPS) y que estos sobreviven alimentándose exclusivamente de este material.

Los gusanos consumieron durante su proceso larvar 3.0g de poliestireno expandido durante 20 días y se recolectaron 4.0 g. de abono orgánico (excremento). Es un impacto inicial mínimo que se muestra en este estudio, sin embargo, se proyecta que este proceso generaría una disminución importante icopor ya que el escarabajo joven, se desarrolla y ya adulto, pone de huevos y empieza el ciclo de nuevo alimentándose con 3,0 gr. de icopor cada 20 días y si sucesivamente.

Durante la implementación de la técnica de cultivo y diseño de la cartilla del gusano *Tenebrio molitor* los estudiantes de 6° se comprometieron con el proyecto investigativo, dando lugar a la organización de un grupo científico del que hicieron parte integrantes de varios cursos. La guía producto en este estudio, será utilizada para la implementación de la técnica de cultivo del gusano como herramienta didáctica en el laboratorio y con la comprensión significativa que a través de la biodegradación del

poliestireno expandido, disminuye el impacto de este en el ambiente y por consiguiente el aprovechamiento de su excremento como abono orgánico.

7. RECOMENDACIONES

A la comunidad o estudiantes principalmente al cuerpo de docentes y directivos, que estos es sus espacios de clases con los educandos les enseñen sobre la importancia del cuidado al ambiente, ayudarles a desarrollar una conciencia ecológica que logre trascender, para que estos niños y jóvenes tengan sentido de pertenencia por la naturaleza, el ambiente donde se desenvuelven y logren crear alternativas que mejoren la salud ambiental.

Hacer de estos espacios un proceso creativo donde se planteen líneas de trabajo de investigación interdisciplinario, donde participen todas las áreas del conocimiento, ya que la experiencia abarca mediciones, probabilidades, fenómenos naturales y sociales y de esta manera sacar adelante proyectos transversales como el PRAE como un aporte en el manejo adecuado de los residuos sólidos, especialmente el poliestireno expandido.

A la Universidad que apoyen este tipo de proyectos puesto que con ellos se puede logran un gran impacto en la sociedad, generar cambios en la forma de pensamiento de las personas expuestas a estos y contribuir así a tener un ambiente social, cultural, económico y educativo más sano.

A las Autoridades Ambientales su principal obligación es velar que las diferentes normas, leyes y proyectos ambientales que se establecen por los entes gubernamentales para proteger el ambiente sean realmente cumplidos, es decir que las autoridades ambientales velen de forma más directa por la protección y conservación del ambiente, ya sea implementando sanciones legales a los que violen de una u otra forma estas normas.

A los entes gubernamentales: nuestra recomendación para los entes gubernamentales con respecto a la problemática ambiental, generada por los desechos plásticos como el poliestireno expandido, es que estos entes realmente se preocupen por buscar soluciones y alternativas que permitan disminuir y mitigar los impactos que producen los productos plásticos en el ambiente.

8. BIBLIOGRAFÍA

- ANAPE. 2017. El Poliestireno expandido y el Medioambiente. Asociación Nacional de Poliestireno Expandido. p. 14.
- Ayala-Carcamo, J., 2018. Evaluación del cilantro a la aplicación de distintas proporciones y tipos de abono orgánico en condiciones de Montería – Colombia. Tesis. Repositorio Universidad de Córdoba.
- Barnes, D. Galgani, F.; Thompson, R. y Barlaz, M. 2009. Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environments. Phil. Trans. R. Soc. B.
- Bastida-Zavala J.R. 1995. Poliquetos (Annelida: Polychaeta) del arrecife coralino de cabo Pulmo-Los Frailes, B.C.S., México. Revista de Zoología, 4, pp. 1-16
- Betancourt-S., D. J., y Solano-M., J. K. 2016. Síntesis y caracterización de la mezcla polipropileno-poliestireno expandido (icopor) reciclado como alternativa para el proceso de producción de autopartes. Revista Luna Azul, 43, 286-310.
- Boada, D. y Escalona, J. 2005. Enseñanza de la educación ambiental en el ámbito mundial. Venezuela. Educere, vol. 9, núm. 30. pp. 317-322
- Bruner, J. 2002. Making Stories. Law, Literature, Life. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Cerda, H. 2011. Los elementos de la investigación cómo reconocerlos, diseñarlos y construirlos. Bogotá: Editorial Magisterio.
- Congreso de la Republica de Colombia. (2017). Recuperado el 18 de 11 de 2019, de http://www.andi.com.co/Uploads/PL%20005-17%20Prohibicion%20del%20Icopor_636540265379054429.pdf
- Contreras, M. 2014. Industria de Plásticos en Bogotá. Invest in Bogotá.
- Cristán, A.; Ize, I. y Gavilán, A.(2003). La situación de los envases de plástico en México. Gaceta Ecológica, núm. 69, octubre-diciembre, 2003, pp. 67-82
- Daviran, P. 2017. Biodegradación de la Espuma de Poliestireno por la larva del Tenebrio molitor para la producción de Abono. Tesis. Universidad César Vallejo. Perú.
- Decreto 1743. 1994. Ministerio de Educación nacional y el Ministerio del Medio Ambiente. Constitución Política de Colombia.
- Dillon, Verónica; Roth, Anahí; Gago, Lorena y Gárriz, Guadalupe (2012). Arte e integración. El mural como estrategia. Barcelona; Paidós Ibérica.
- Fidias y Arias. (2012). En Proyecto de Investigación: Introducción a la metodología científica” (6ta Edición). Caracas: Editorial Episteme.

- Flores G. E. 1998. Biodiversidad de Artrópodos Argentinos: una perspectiva biotaxonómica. Ediciones Sur. 599 p.
- García, M. T.; Duque, G.; Gracia, I., De Lucas, A. y Rodriguez, J. F. 2009. Recycling extruded polystyrene by dissolution with suitable solvents. Chemical Feedstock Recycling & Other Innovative Recycling. Techniques. Mater Cycles Waste Manag.
- García-Sánchez, J. N.; Pacheco-Sanz, D. I.; Díez-González, M. C. y García- Martín, E. 2010. La metodología observacional como desarrollo de competencias en el aprendizaje. Badajoz, Revista Journal of Developmental and Educational Psychology, vol. 3, núm. 1, pp. 211-217
- Gaudice, A. M. 2016. Beagle, un proyecto de investigación exploratoria en la escuela media: notas preliminares sobre el escarabajo de la harina en el ámbito de un laboratorio escolar. Revista Boletín Biológica, Argentina. Nº 35 - Año 10.
- Gautam R., Bassi A.S., Yanful E.K., A. 2007. Review of Biodegradation of Synthetic Plastic and Foams. Appl Biochem Biotechnol. pp. 141, Posada B., Beatriz. La degradación de los plásticos. Revista Universidad Eafit No. 94.
- Hart, C. 1998. Doing a literature review: Releasing the social science research imagination. London: Sage.
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. 2006. Metodología de la Investigación. México: Mc Graw Hill.
- Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C. y Baptista-Lucio, P. 2014. Definición del alcance de la investigación que se realizará: exploratorio, descriptivo, correlacional o explicativo. México: McGraw-Hill.
- Hurtado, J. 2008. Metodología de la investigación, Fundación SYPAL. Caracas, Venezuela.
- Jordan, R. 2015. Plastic-eating worms may offer solution to mounting waste, Standford. Researchers discover.
- Jung, J., Heo, A., Park, Y.W., Kim, Y.J., Koh, H., Park, W. 2014. Gut microbiota of *Tenebrio molitor* and their response to environmental change. J. Microbiol. Biotechnol, 24: 888-897.
- Kagata, H., & Ohgushi, T. 2012. Positive and negative impacts of insect frass quality on soil nitrogen availability and plant growth. Population Ecology, 54(1), 75-82.
- Krishna Mohan, Tanu Srivastava, 2011, Microbial deterioration and degradation of polymeric materials, p.il.. 211
- Ley General de Educación, 1993. Ley 115. Ministerio de Educación. Constitución Política de Colombia.

- Li, L., Xie, B., Dong, C., Wang, M., Liu, H. 2016. Can closed artificial ecosystem have an impact on insect microbial community? A case study of yellow mealworm (*Tenebrio molitor* L.). *Ecological Engineering*, 86: 183-189.
- Martin, A. 1999. *Biodegradation and bioremediation*. Academic Press, Cornell University, Ithaca, New York, U.S.A. 453 pp.
- Martínez, L. 2007. *La Observación y el Diario de Campo en la Definición de un Tema de Investigación*. Revista Perfiles Libertadores.
- Medina, A. y Mata, F. S. (2009). *Didáctica General*. Madrid, España: Pearson.
- Mendaza, E. 2017. *Influencia de diferentes dietas en la composición nutricional del insecto comestible Tenebrio molitor y estudio de su pardeamiento*. Tesis. Universidad Pública de Navarra. España.
- Meza, L. y Torres, D. 2014. *Evaluación comparativa de tres dietas constituidas por la mezcla de balanceado comercial de 43% de proteína, tenebrios y larvas forrajeras, durante la fase de larvicultura de Arawana plateada (Osteoglossum bicirrhosum)*. Tesis. Universidad de Nariño. Colombia.
- Molina Cerón , F., Flores Vásquez , K. P., y Hermosillo Ortiz, M. 2016. XXVII CONGRESO DE INVESTIGACIÓN CUAM-ACMor.
- Mondragón, I. y Contreras-Peña, Y. 2015. Uso de los insectos *Tenebrio molitor*, *Tribolium castaneum* y *Palembus dermestoides* (Coleoptera, Tenebrionidae) como recurso didáctico en la enseñanza de las Ciencias Naturales *Revista de Investigación*, vol. 39, núm. 86, septiembre-diciembre, 2015, pp. 255-270
- Nielsen G. R. 1998. *Mealworms*. Plant and Soil Science Department. University of Vermont extension homepage.
- Pérez C. Ricardo, M.; Pérez C. Alexander, D. Vertel M. y Melba, M. 2010. Caracterización nutricional, físicoquímica y microbiológica de tres abonos orgánicos para uso en agroecosistemas de pasturas en la subregión Sabanas del departamento de Sucre, Colombia. *Revista Tumbaga* 2010 No. 5 27-37
- Política Nacional de Educación Ambiental. 2002. Ministerio de Educación nacional y el Ministerio del Medio Ambiente. Constitución Política de Colombia.
- Poveda, J. 2018. Nuevos abonos a partir de excrementos de insecto: el caso del gusano de la harina (*Tenebrio molitor*). *Rev. Ingeniería y Región*, Vol. 19
- Quecedo, R. y Castaño, C. (2002). *Revista de Psicodidáctica*, núm. 14, 2002, pp. 5-39, 5-39.
- Ramos-Elorduy, J, J. M. Pino, S. Ángeles y A. Garcia-Perez. 2008. Utilización potencial de la excreta del gusano amarillo de las harinas como abono orgánico. *Entomología Mexicana*. Sociedad Mexicana de Entomología y Colegio de

- Postgraduados. Montecillo, Texcoco, Estado de México, México. Vol. 7, 1092 pp.
- Ramos-Elorduy, j. 2008. Utilización potencial de la excreta del gusano amarillo de las harinas como abono organico. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Raspeño, N. y Cuniolo, M. 1996. Compost lombrices. Lombricultura. Revista Procampo. Madrid, España. 27 p
- Research Reports. 2017. Recuperado de: <https://www.transparencymarketresearch.com/>
- Ricardo, C. 1972. Introducción a la entomología, morfología y taxonomía de los insectos centro regionales de ayuda técnica. México, Buenos Aires. Agencia para el desarrollo internacional. p 160
- Sarmiento, A. 2018. Establecimiento e implementación de un protocolo de cría de gusano de harina *Tenebrio molitor* (coleóptera: tenebrionidae), como apoyo al programa de conservación de la rana venenosa dorada *Phylllobates terribilis* (anura: dendrobatidae) en el bioparque Wakatá, parque Jaime Duque. Trabajo de grado. Universidad Nacional Abierta y a Distancia “UNAD”. Colombia.
- SENA. 2019. Dirección de Formación Profesional Sistema de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación – SENNOVA Formato Presentación Propuestas y/o Proyectos de Investigación.
- Stoops, J., Crauwels, S., Waud, M., Claes, J., Lievens, B., Van Campenhout, L. 2016. Microbial community assessment of mealworm larvae (*Tenebrio molitor*) and grasshoppers (*Locusta migratoria migratorioides*) sold for human consumption. *Food Microbiology*, 53: 122-127.
- Torres, M. 1996. La dimensión ambiental: Un reto para la educación de la nueva sociedad. Bogotá: Ministerio de Educación Nacional, pág. 25.
- Valencia-López V. E. (2015). Revisión documental en el proceso de investigación. Univirtual Universidad Tecnológica de Pereira.
- Vargas, M. 2013. Biodegradabilidad de polietileno teleftalato y de oxopolietileno, a nivel de laboratorio, por la acción de bacterias nativas presente en humus de lombriz, caballo y gallina. Pag. 55
- Vásquez-Avila, J. A. 2016. Evaluación de bloques multinutricionales con harina de larva de tenebrio (*Molitor linnaeus*) en el engorde de conejos (*Oryctolagus cuniculus*). Licenciatura thesis, Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Véliz, H. 2014. Efecto de tres abonos orgánicos sobre el rendimiento y precocidad de la cosecha en el cultivo de sábila; Guastatoya, El Progreso. Tesis. Universidad Rafael Landívar. Guatemala.

Wang, Y. y Zhang, Y. 2015. Investigation of Gut-Associated Bacteria in *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) Larvae Using Culture-Dependent and DGGE Methods. *Annals of the Entomological Society of America*, 108: 941-949.

9. ANEXOS

Anexo 1. Diario de campo fase 1

NOMBRE PROYECTO DE INVESTIGACION: EL CULTIVO DEL GUSANO DE HARINA (*Tenebrio molitor*) COMO HERRAMIENTA DIDÁCTICA PARA DISMINUIR EL IMPACTO AMBIENTAL DEL USO DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO (EPS) POTENCIANDO EL USO DEL ABONO ORGÁNICO PRODUCTO DE SU BIODEGRADACIÓN CON ESTUDIANTES DE 6° DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA ALFONSO BUILES CORREA

OBJETIVO: Establecer a partir de una revisión documental las estrategias de cultivo del gusano de harina (*Tenebrio molitor*) con los estudiantes para determinar la técnica más adecuada a las condiciones de temperatura y humedad en la Institución Educativa Alfonso Builes Correa.

FECHA: 29 de Oct. **HORA:** 8:25 am a 10:15 am

RESPONSABLES: Brenda Ortega Barbosa- Karen González Álvarez

MUESTRA: 15 estudiantes 6° **LUGAR:** Institución Educativa Alfonso Builes Correa

PRIMERA FASE	CONTENIDO A ABORDAR	TECNICA	INDICIOS	RECURSOS	ESTRATEGIA DE EVALUACION
INICIO	Interesar a los estudiantes de 6° de la Institución Educativa Alfonso Builes Correa por las técnicas del cultivo del gusano de harina (<i>Tenebrio Molitor</i>)	Revisión documental	Expectativa y motivación en los estudiantes sobre la importancia de la de los Recursos Naturales y el medio ambiente.	Copias con información de diferentes técnicas del cultivo del gusano de harina	Interés positivo de los estudiantes por las lecturas.

DESARROLLO	Interesar a los estudiantes de 6° de la Institución Educativa Alfonso Builes Correa por las técnicas del cultivo del gusano de harina (<i>Tenebrio Molitor</i>)	Escogencia de la técnica más adecuada teniendo en cuenta la temperatura y la humedad.	Expectativa y motivación en los estudiantes sobre la importancia de la de los Recursos Naturales y el medio ambiente	Descarga de documentos de la web con la información necesaria para implementar la técnica del cultivo.	Interés positivo de los estudiantes por las lecturas.
CIERRE	Interesar a los estudiantes de 6° de la Institución Educativa Alfonso Builes Correa por las técnicas del cultivo del gusano de harina (<i>Tenebrio Molitor</i>)	Indagación e incentivar a los estudiantes en la participación del proyecto.	Expectativa y motivación en los estudiantes sobre la importancia de la de los Recursos Naturales y el medio ambiente.	- Descarga de documentos de la web con la información necesaria para implementar la técnica del cultivo.	Interés positivo de los estudiantes por las lecturas.

FIRMA: _____

BRENDA PATRICIA ORTEGA BARBOSA

KAREN TATIANA GONZALEZ ALVAREZ

Anexo 2. Diario de campo fase 2

NOMBRE PROYECTO DE INVESTIGACION: EL CULTIVO DEL GUSANO DE HARINA (Tenebrio molitor) COMO HERRAMIENTA DIDÁCTICA PARA DISMINUIR EL IMPACTO AMBIENTAL DEL USO DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO (EPS) POTENCIANDO EL USO DEL ABONO ORGÁNICO PRODUCTO DE SU BIODEGRADACIÓN CON ESTUDIANTES DE 6° DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA ALFONSO BUILES CORREA

OBJETIVO: Implementar la técnica de cultivo del gusano de harina (Tenebrio molitor) escogido con los estudiantes de 6° de la Institución Educativa Alfonso Builes Correa.

FECHA: 1-19 Nov. **HORA:** 7:15 am a 8:10 - 8:25 am a 10:15 am

RESPONSABLES: Brenda Ortega Barbosa- Karen González Álvarez

MUESTRA: 15 estudiantes 6° **LUGAR:** Institución Educativa Alfonso Builes Correa

SEGUNDA FASE	CONTENIDO A ABORDAR	ESTRATEGIAS DIDACTICAS	ESTRATEGIA DE APRENDIZAJE	RECURSOS	ESTRATEGIA DE EVALUACION
INICIO Fecha: Nov 1	Compra de la cepa del gusano de harina (Tenebrio molitor)	Separación de larvas y pupas y medición de larvas	Identificación de problemáticas asociadas al manejo de residuos sólidos como el incremento del uso del poliestireno en la comunidad.	Pinzas Regla Gramera Recipiente s plásticos Colador Cámara Block de hojas lapiceros	Diario de campo Recolección de datos, anotación conteo periódico
DESARROLLO Fecha: 1-19 de Nov	Implementación del cultivo del gusano de harina como herramienta didáctica estudiantes de 6° de grado de la Institución Educativa Alfonso Builes Correa	Alimentación de gusanos de harina con poliestireno expandido como dieta única y manzana como dieta líquida.	- Reflexión de grupos por el daño causado a los afluentes de los ríos y mares de los desechos sólidos que contaminan el medio ambiente.	-. Pinzas Regla Gramera Recipiente s plásticos Colador Cámara Block de hojas lapiceros	Diario de campo Recolección de datos, anotación conteo periódico

CIERRE Fecha: 19 Nov	Degradación de 4 gramos de poliestireno y la obtención de 4 g de abono orgánico producto de la biodegradación	Aprendizaje significativo y motivación por cuidar y preservar el medio ambiente	- adquisición de responsabilidad por parte de los estudiantes de 6° de la institución educativa Alfonso Builes Correa	- Pinzas Regla Gramera Recipiente s plásticos Colador Cámara Block de hojas lapiceros	Diario de campo Recolección de datos, anotación conteo periódico
---------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------

FIRMA:

BRENDA PATRICIA ORTEGA BARBOSA

KAREN TATIANA GONZALEZ ALVAREZ

Anexo 3. Diario de campo fase 3

NOMBRE PROYECTO DE INVESTIGACION: EL CULTIVO DEL GUSANO DE HARINA (*Tenebrio molitor*) COMO HERRAMIENTA DIDÁCTICA PARA DISMINUIR EL IMPACTO AMBIENTAL DEL USO DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO (EPS) POTENCIANDO EL USO DEL ABONO ORGÁNICO PRODUCTO DE SU BIODEGRADACIÓN CON ESTUDIANTES DE 6° DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA ALFONSO BUILES CORREA

OBJETIVO: Diseñar una cartilla informativa “*Tenebrio molitor*: un gusano antiplástico” con los estudiantes de 6° de la Institución Educativa Alfonso Builes Correa.

FECHA: 19 Nov. **HORA:** 8:25 am a 10:15 am

RESPONSABLES: Brenda Ortega Barbosa- Karen González Álvarez

MUESTRA: 15 estudiantes **LUGAR:** Institución Educativa Alfonso Builes Correa

TERCERA FASE	CONTENIDO A ABORDAR	ESTRATEGIAS DIDACTICAS	ESTRATEGIA DE APRENDIZAJE	RECURSOS	ESTRATEGIA DE EVALUACION
INICIO	Evaluación cualitativa de lo aprendido por la comunidad estudiantil de 6° de la institución educativa Alfonso Builes Correa	Elaboración de una cartilla informativa.	- Divulgación del mensaje aprendido por medio de una cartilla informativa	- Hojas de block lápices marcadores de colores	Exposición de lo aprendido en el mural.

DESARROLLO	Evaluación cualitativa de lo aprendido por la comunidad estudiantil de 6° de la institución educativa Alfonso Builes Correa	Elaboración de una cartilla informativa, donde plasmaron todos los conocimientos aprendidos del cultivo del gusano de harina (<i>Tenebrio molitor</i>)	Divulgación del mensaje aprendido por medio de una cartilla informativa y socialización del proceso del cultivo y la degradación del poliestireno expandido a los compañeros de otros grados de la Institución educativa.	- - Hojas de block lápices marcadores de colores	Reflexión oral y escrita.
CIERRE	Evaluación cualitativa de lo aprendido por la comunidad estudiantil de 6° de la institución educativa Alfonso Builes Correa.	Se aplicó de nuevo una encuesta de preguntas fundamentales del tema trabajado.	Expectativa de la comunidad educativa al conocer de un gusano que degrada el icopor.	- - Hojas de block lápices marcadores de colores	Recurso informático de tablas de columnas para observar el nivel de lo aprendido.

FIRMA:

BRENDA PATRICIA ORTEGA BARBOSA

KAREN TATIANA GONZALEZ ALVAREZ

Anexo 4. Cartilla informativa hecha por los estudiantes



CARTILLA INFORMATIVA DEL PROYECTO DE GRADO:

EL CULTIVO DEL GUSANO DE HARINA (*Tenebrio molitor*)
 COMO HERRAMIENTA DIDÁCTICA PARA DISMINUIR EL
 IMPACTO AMBIENTAL DEL USO DEL POLIESTIRENO
 EXPANDIDO (EPS) POTENCIANDO EL USO DEL ABONO
 ORGÁNICO PRODUCTO DE SU BIODEGRADACIÓN CON
 ESTUDIANTES DE 6° DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA
 ALFONSO BUILES CORREA
 PLANETA RICA - 2019

CARTILLA INFORMATIVA

GUSANO DE HARINA


Edición
 Noviembre de
2019

“Tenebrio molitor un gusano antiplástico”

Página 2
Para ordenar llamada: (225) 555 0155
Cultivo y cría del gusano de harina
Página 7

Tabla de contenido

Concepto gusano de harina	2
Estados del gusano de harina	4
Instrucciones de cría del gusano de harina	5
Representación de los estados del gusano de harina	6
Imagen de la web de los estados del gusano	6
Importancia del cultivo del gusano de harina	7
Evidencia de la degradación del icopor	7
Descripción del proyecto, ciudad y año	8



¿Por qué es importante el cultivo de gusano de harina?

Porque ayuda a la degradación del icopor que es un material que contamina el medio ambiente, ya que este dura de 500 a 1000 años en desaparecer, afectando los ecosistemas (ríos, lagos y mares) y los animales que en ellos viven se contaminarán.

Con este cultivo hecho a partir de un gusano ayuda a disminuir el impacto ambiental que el icopor produce.

Jeison Martínez



Imagen tomada de: Grado en innovación en procesos y productos alimentarios [gradua.ei.kit.edu/procesos-e-productos/innovacion/2018](#), 2018.

GUSANO DE HARINA.

Es una larva de la Familia tenebrionidae, que sigue un ciclo vital de cuatro estadios: huevo, larva (forma de gusano), pupa y adulto (forma de escarabajo). Su fase más conocida quizás sea la larvaria, en la que alcanza longitud de 2,5 cm o más. El escarabajo adulto mide unos 2 cm de largo.



CRÍA DEL GUSANO DE HARINA (TENEBRIO MOLITOR)

En realidad, en vez de gusanos, deberíamos hablar de larvas de la harina porque el adulto es un escarabajo negro de unos 12 mm de longitud y no una mariposa y porque las larvas parecen polvos, a diferencia de los verdaderos gusanos. A este insecto también se le conoce con el nombre de escarabajo molinero o gusano de tenebrio. Este vive 3 semanas. Pese a que los adultos prosperan solos, estos animales no pueden volar. No se le aparea solo alimenticio al adulto, a los animales insectívoros y similares que tengamos los alimentamos con larvas, por lo tanto, los escarabajes de tenebrio molitor no sirven como alimento vivos. Las larvas son de color marrón-anaranjado y adquieren los 2 mm de anchura por 3 cm de longitud. El ciclo completo dura 12 semanas. La incubación de los huevos dura un poco más de una semana, el periodo larva 10 semanas, 3 semanas dura el estadio de pupa.

Anexo 5. Registro fotográfico

ESTUDIANTES DE 6º ELABORANDO LA CARTILLA



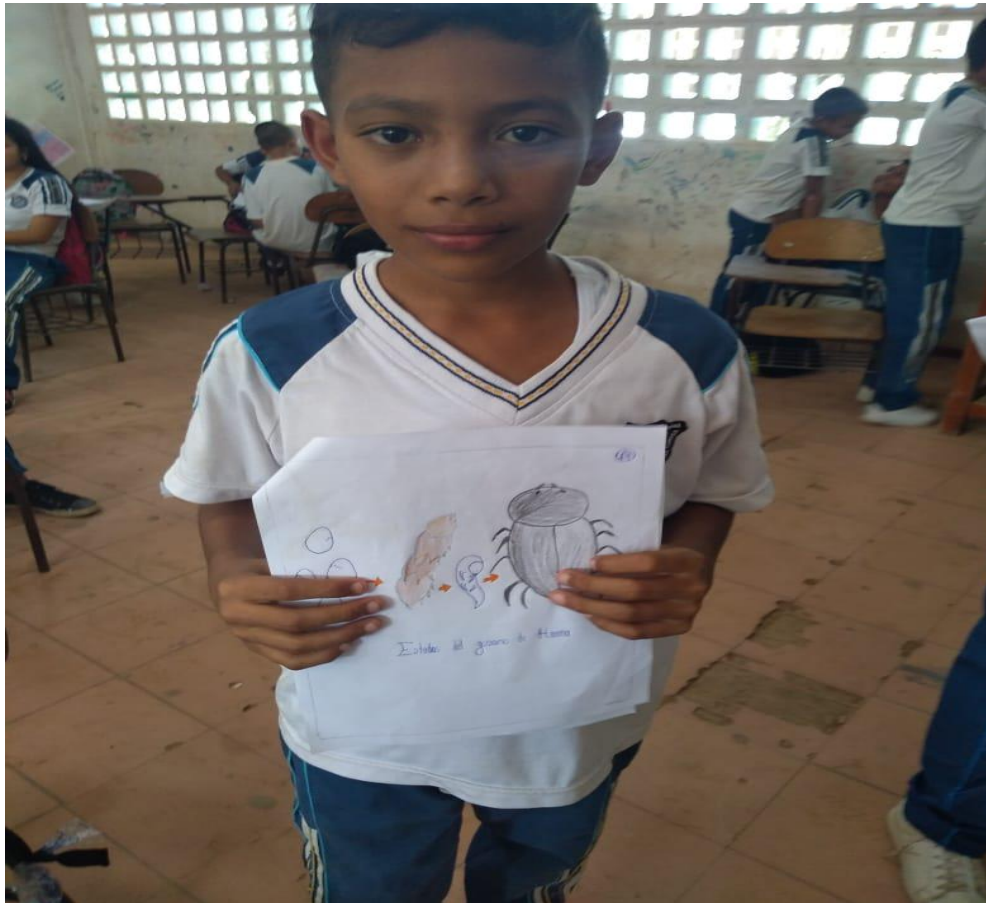
Estudiante Verónica Mercado en proceso de elaboración de la cartilla informativa



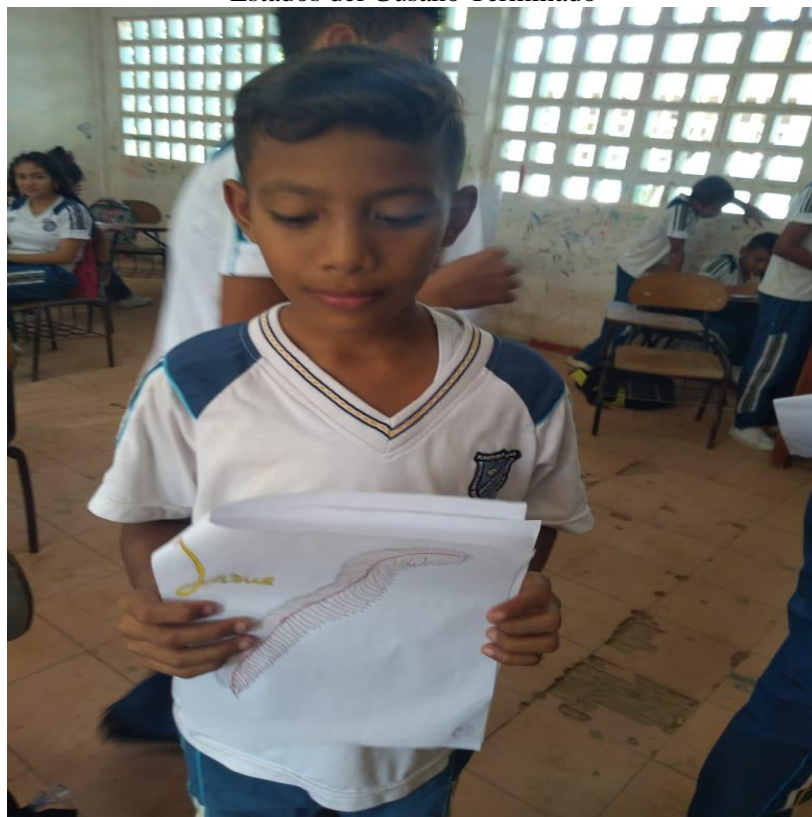
Estudiante Jeison Martínez



Dibujo estados del Gusano de Harina por Samuel Verona



Estados del Gusano Terminado



Estado larval dibujado por el estudiante Santiago Verona





Gusanos de harina (*Tenebrio Molitor*) degradando el poliestireno expandido (EPS)



Poliestireno expandido degradado por el gusano de harina (*Tenebrio Molitor*)

